

**RANCANG BANGUN SEPEDA STATIS MENGGUNAKAN GENERATOR  
MAGNET PERMANEN KECEPATAN RENDAH**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik-Oleh:**

**YOGA ADI KUSUMA**

**D400170075**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2021**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**RANCANG BANGUN SEPEDA STATIS MENGGUNAKAN GENERATOR  
MAGNET PERMANEN KECEPATAN RENDAH**

**PUBLIKASI ILMIAH**

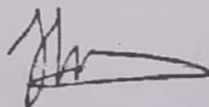
oleh:

**YOGA ADI KUSUMA**

**D400170075**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**Hasyim Asy'ari, S.T.,M.T.**

**NIK. 981**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**RANCANG BANGUN SEPEDA STATIS MENGGUNAKAN GENERATOR  
MAGNET PERMANEN KECEPATAN RENDAH**

**OLEH**

**YOGA ADI KUSUMA**

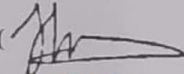
**D400170075**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari selasa, 22 juni 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**


**Dosen Pembimbing**

**Hasyim Asy'ari, S.T., M.T.**

(  )

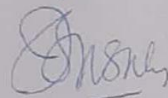
**1. Dosen Penguji**

**Umar, ST.MT**

(  )

**2. Dosen Penguji**

**Agus Ulinuha, PhD**

(  )

**Dekan,**



**Fatoni, S.T., M.T., Ph.D.**

**NIK. 682**

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam karya ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, Selasa 22 Juni 2021

Penulis



**YOGA ADI KUSUMA**

**D400170075**

# **RANCANG BANGUN SEPEDA STATIS MENGGUNAKAN GENERATOR MAGNET PERMANEN KECEPATAN RENDAH UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

## **Abstrak**

Terbatasnya pasokan energi listrik dari PLN, maka dibutuhkan sumber- sumber energi listrik lain yang dapat digunakan masyarakat sebagai solusi dari ketergantungan terhadap kebutuhan energi listrik dari PLN. Adapun salah satu cara mengatasi hal tersebut yaitu dengan memanfaatkan pembangkit energi listrik alternatif. Energi alternatif yang dapat digunakan sebagai pembangkit listrik rumah tangga sederhana adalah pembangkit listrik dari kayuhan pedal sepeda yang dikayuh dari tenaga manusia, Penggunaan energi seiring dengan bertambahnya penduduk kini semakin meningkat sehingga dituntut untuk memenuhinya, disekitar terdapat sumber sumber energi yang bisa di manfaatkan untuk kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari hari yang mana membutuhkan energi listrik.

Salah satunya adalah sepeda, sepeda yang digunakan oleh masyarakat banyak ragamnya dan jenisnya, salah satunya adalah sepeda statis, sepeda statis merupakan salah satu jenis alat yang bisa dimanfaatkan energinya. Dimana Penelitian Ini bertujuan untuk perancangan dan pembuatan alat mekanik pada sepeda statis yang mana menghasilkan listrik dengan sumber energi generator serta mengetahui bagaimana kerja alat. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode rancang bangun yang meliputi beberapa tahapan yaitu menganalisis apa saja yang dibutuhkan, Perancangan sistem rangkaian, Pembuatan Alat, dan pengujian cara kerja Alat. Alat ini bekerja memakai sumber tenaga manusia dengan cara mengayun sepeda statisnya untuk menghidupkan alat yang kemudian dapat memutar generator untuk menghasilkan energi listrik yang disimpan ke dalam baterai.

***Kata Kunci: Baterai, Generator, Magnet Permanen, Pembangkit listrik, Sepeda Statis.***

## **Abstract**

Due to the limited supply of electrical energy from PLN, other sources of electrical energy are needed that can be used by the community as a solution from dependence on electricity needs from PLN. One way to overcome this is by utilizing alternative electrical energy generators. Alternative energy that can be used as a simple household power plant is a power plant from pedaling a bicycle pedaled from human power. Energy use along with the increasing population is now increasing so that it is required to fulfill it, around there are sources of energy that can be utilized for human needs in everyday life which requires electrical energy.

One of them is a bicycle, the bicycle used by the community is of many kinds and types, one of which is a static bicycle, a static bicycle is a type of tool that can be used for energy. Where this research aims to design and manufacture a mechanical device on a static bicycle which produces electricity with a generator energy source and to find out how the tool works. In this study, the method used is the design method which includes several stages, namely analyzing what is needed, designing a circuit system, making tools, and testing how the tools work. This tool works using a human power source by swinging a static bicycle to turn on the tool which can then rotate a generator to produce electrical energy which is stored in the battery.

***Keywords: Battery, Generator, Permanent Magnet, Power Generation, Static Bike.***

## 1. PENDAHULUAN

Sekarang pasokan energi listrik dari PLN sangat terbatas, dibutuhkan sumber- sumber energi listrik lain yang dapat digunakan masyarakat sebagai solusi dari ketergantungan terhadap kebutuhan energi listrik dari PLN (Burykin et al., 2017). energi listrik alternatif adalah salah satu cara mengatasi kurangnya energi listrik pada saat ini, salah satunya energi alternatif yang dapat digunakan adalah pembangkit listrik dari kayuhan pedal sepeda statis yang dikayuh dari tenaga manusia (Sabarudin et al., 2020). Kayuhan pedal sepeda statis merupakan suatu cara sederhana membangkitkan energi listrik untuk konsumsi di dalam rumah tangga sederhana yang ramah lingkungan (Suwandi et al., 2017) dan bisa dimanfaatkan sebagai sarana latihan bersepeda yang berkelanjutan (Hindi et al., 2017).

Sepeda banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dengan berbagai ragam dan lainnya, salah satunya yaitu sepeda statis. Sepeda statis merupakan suatu alat sepeda sederhana olahraga *indoor* yang memiliki roda-roda didepanya sebagai pemberat yang kemudian dikayuh menggunakan pedal, yang mana roda tersebut bisa berputar (Bidwai et al., 2017), sepeda statis merupakan salah satu hal baik yang banyak peminatnya dikalangan masyarakat terutama yang suka berolahraga. Tidak hanya itu, sepeda statis juga sangat bermanfaat bagi kebugaran tubuh manusia yang mana sebagai sarana latihan berolahraga ramah lingkungan (Chukhlantseva, 2019), kemudian era sekarang ini sepeda statis terus berkembang dengan sangat bagus dari segi bentuk konstruksi maupun segi fungsi, tanpa mengubah fungsi utamanya, sepeda juga bisa dimanfaatkan sebagai penghasil energi listrik dari generator linear.(Ilmiah et al., 2016), di sisi lain energi listrik dapat dihasilkan dari ayunan sepeda yang disimpan dalam elemen penyimpanan energi listrik yaitu baterai (Hesse et al., 2017).

Dengan menggunakan energi elektromagnetik generator listrik dapat memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, generator magnet permanen linear dapat mengoptimalkan rancangan sistem pembangkit listrik terbarukan (Asy'Ari et al., 2017), selain itu generator aksial bisa di uji kelistrikannya menggunakan magnet NdefB (Muri Andika., 2020), penggunaan magnet permanen sudah banyak pengimplikasinya salah satunya yaitu pada konstruksi turbin angin kecepatan rendah yang dikembangkan dengan motor induksi tiga phase untuk menggerakkan magnet permanen generator (Bajonero-Sandoval et al., 2020), tidak hanya turbin angin panel surya juga sangat efisien sebagai sumber energi alternatif (Purwoto et al., 2020).

Tujuan dari penelitian ini merupakan melakukan penelitian yang kemudian merancang dan mengimplementasikan sepeda statis menggunakan generator magnet permanen sebagai energi alternatif guna dimanfaatkan untuk penghasil energi listrik yang dikonsumsi di dalam rumah tangga sederhana untuk menghidupkan peralatan rumah tangga seperti lampu, kipas serta beberapa peralatan listrik yang memiliki daya tidak terlalu besar.

Menurut adrian ungureanu ( Ștefanmocanu et al., 2015) dalam penelitiannya yang berjudul “*Bike-Powered electricity generator*” sebuah karya penelitian tentang karakteristik energi yang dibangkitkan versus kecepatan generator (ditentukan oleh kecepatan pedal) sebagai karakteristik fungsional sistem, dalam percobaan tersebut peneliti mengukur kalkulus kecepatan generator dan evaluasi energi yang dihasilkan.

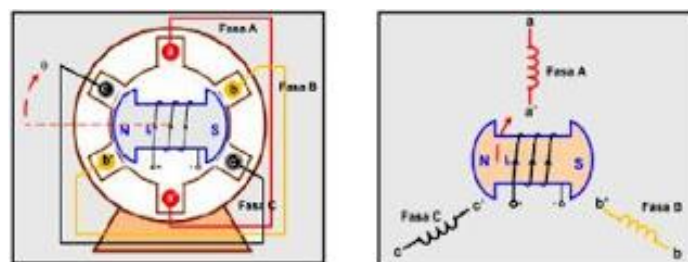
Generator sinkron (sering disebut alternator) adalah mesin listrik yang digunakan untuk mengubah energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik dengan perantara induksi medan magnet. Perubahan energi ini terjadi karena adanya pergerakan relatif antara medan magnet dengan kumparan generator. Pergerakan relatif adalah terjadinya perubahan medan magnet pada kumparan jangkar (tempat terbangkitnya tegangan pada generator) karena pergerakan medan magnet terhadap kumparan jangkar atau sebaliknya. Alternator ini disebut generator sinkron (sinkron = serempak) karena kecepatan perputaran medan magnet yang terjadi sama dengan kecepatan perputaran rotor generator. Alternator ini menghasilkan energi listrik bolak balik (alternating current, AC) dan biasa diproduksi untuk menghasilkan listrik AC 1-fasa atau 3-fasa (Harj S, 2017). Diasumsikan rotor berputar searah jarum jam, flux medan rotor bergerak sesuai lilitan jangkar. Satu putaran rotor dalam satu detik menghasilkan satu siklus per detik atau 1 Hz. Bila kecepatannya 60 revolution per menit (Rpm), frekuensi 1 Hz. Frekuensi dari tegangan induksi sebagai sebuah fungsi dari kecepatan rotor.(Sunarlik, 2017)

$$f = \frac{P}{2} \times \frac{n}{60 \text{ Hz}} \dots \dots \dots (1)$$

Generator sinkron tiga fasa, harus ada 3 belitan yang masing-masing terpisah sebesar 120 derajat listrik dalam ruang sekitar keliling celah udara seperti diperlihatkan pada kumparan a – a’, b – b’ dan c – c’ pada gambar 1.

masing – masing lilitan akan menghasilkan gelombang fluksinus satu dengan lainnya berbeda 120 derajat listrik, dalam keadaan seimbang besarnya fluksi sesaat :

$$\begin{aligned} \Phi_A &= \Phi_m \cdot \sin \omega t \\ \Phi_B &= \Phi_m \cdot \sin ( \omega t - 120^\circ ) \\ \Phi_C &= \Phi_m \cdot \sin ( \omega t - 240^\circ ) \dots \dots \dots (2) \end{aligned}$$



Gambar 1. Generator Ac tiga fasa dua Kutub

Besarnya fluks resultan adalah jumlah vektor ketiga fluks tersebut adalah:  
 $\Phi_T = \Phi_A + \Phi_B + \Phi_C$ , yang merupakan fungsi tempat ( $\Phi$ ) dan waktu ( $t$ ).

maka besar- besarnya fluks total adalah:

$$\Phi_T = \Phi_m \sin \omega t + \Phi_m \sin(\omega t - 120^\circ) + \Phi_m \sin(\omega t - 240^\circ) \cos(\varphi - 240^\circ) \dots\dots\dots (3)$$

Dengan memakai transformasi trigonometri dari :

$$\sin \alpha \cdot \cos \beta = \frac{1}{2} \sin(\alpha + \beta) + \frac{1}{2} \sin(\alpha - \beta) \dots\dots\dots (4)$$

Maka dari persamaan diatas diperoleh :

$$\begin{aligned} \Phi_T = & \frac{1}{2} \Phi_m \sin(\omega t + \varphi) + \frac{1}{2} \Phi_m \sin(\omega t - \varphi) + \frac{1}{2} \Phi_m \sin(\omega t + \varphi - 240^\circ) + \frac{1}{2} \Phi_m \sin(\omega t - \varphi) \\ & + \frac{1}{2} \Phi_m \sin(\omega t + \varphi - 480^\circ) \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

Dari persamaan diatas, bila diuraikan maka suku kesatu, ketiga, dan kelima akan saling menghilangkan. Dengan demikian dari persamaan akan didapat fluksi total sebesar  $\Phi_T = \frac{3}{4} \Phi_m \sin(\omega t - \varphi)$  Weber.

Jadi medan magnet resultan merupakan medan putar dengan modulus  $\frac{3}{2} \Phi$  dengan sudut putar sebesar  $\omega$ . Maka besarnya tegangan masing-masing fasa adalah :

$$E_{\text{maks}} = B_m \cdot \ell \cdot \omega \cdot r \text{ Volt} \dots\dots\dots (6)$$

$B_m$  = kerapatan fluks maksimum kumparan medan rotor (tesla)

$\ell$  = Panjang masing- masing lilitan dalam medan magnet (weber)

$\omega$  = kecepatan sudut dari rotor (rad/s)

$r$  = radius dari jangkar (meter)



Menurut Baratov & Pirmatov (2020) dalam penelitiannya yang berjudul “*Low speed generator with permanent magnets and additional windings in the rotor for small power wind plants and micro hydro power plants*” pada karyanya peneliti untuk meningkatkan efisiensi generator daya rendah dengan meningkatkan dan mengoptimalkan spesifikasi dan parameter generator berdaya rendah. Penggunaan generator berkecepatan rendah dengan eksitasi magnet permanen untuk pembangkit listrik mikro hidroelektrik dan turbin angin relevan dalam hal memberikan indikator berat dan ukuran yang baik, kesederhanaan konstruksi, kekurangan kontak geser, dengan kemampuan untuk melakukan generator dengan kecepatan rotasi rendah, yang menyebabkan biaya rendah dan keandalan yang tinggi.

Karya diatas menjadi referensi kami penulis untuk melakukan terobosan inovasi tentang rancang bangun sepeda statis menggunakan generator magnet permanen kecepatan rendah. Seiring dengan perkembangan zaman pemanfaatan sepeda statis sebagai salah satu solusi untuk menghasilkan energi alternatif terhadap ketergantungan energi listrik yang disuplai dari PLN (PLN vs Energi Terbarukan: Peraturan Menteri ESDM Terkait Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap, n.d. 2019), sepeda statis termasuk sarana latihan olahraga (Yoon et al., 2018) yang banyak memberikan manfaat bagi kesehatan tubuh manusia dan ramah lingkungan, seperti memertahankan daya tahan tubuh, menyehatkan organ jantung, mengencangkan otot-otot, memperkuat kerangka tubuh, menghalau keluhan sakit pinggang pada punggung, pembakar kalori dalam tubuh, sehingga tidak mudah terserang penyakit (Tehrani, 2020), dengan menggunakan generator magnet permanen sebagai salah satu komponen yang menghasilkan energi listrik dengan cara dihubungkan dengan roda sepeda menggunakan V-belt yang kemudian energi disimpan dalam baterai (Diantari et al., n.d.), selain menghasilkan listrik setiap ayunan yang dikayun sepeda oleh manusia juga menghasilkan beberapa keluaran dari alat tersebut diantaranya kecepatan putar RPM, tegangan, arus, jarak tempuh dan kalori yang dibakar setiap kali digunakan, dikemudian hari penulis berharap penelitian ini bisa dikembangkan dengan melihat situasi kondisi pasokan energi listrik di indonesia dan mampu membantu pemerintah untuk menjadi salah satu energi terbarukan yang sederhana dan bisa di lakukan kapan saja.

## 2. METODE

Proses pelaksanaan penelitian Rancang Bangun Sepeda Statis menggunakan Generator Magnet Permanen kecepatan rendah dimulai bulan Januari 2021 dengan tahapan penelitian *studi literatur* sebagai bahan pengumpulan informasi untuk membantu peneliti menemukan karyanya, merancang alat dengan menyusun semua kerangka sistem penelitian yang dibuat, melakukan pengujian dan pengambilan data yaitu pengukuran RPM (kecepatan Putar), Tegangan yang keluar, dan Arus listrik jika generator dibebani, Analisi data untuk menyusun laporan Tugas Akhir.

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :

1. Generator Listrik untuk mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik.
2. Sepeda Statis digunakan untuk memutar generator listrik dengan cara kayuhan.
3. *Strengt (V- Belt)* sebagai penghubung antara sepeda statis dengan generator.
4. Puli sebagai tempat dudukan *strengt (V-Belt)*
5. Dudukan Besi sebagai penguat antara sepeda statis dan generator.
6. Mur (Baut) untuk mengencangkan semua penghubung peralatan.
7. Baterai sebagai penyimpanan energi listrik
8. *Solar charge Controller (SCC)* sebagai pengatur pengisian daya dibaterai.
9. *Transformer* untuk menurunkan tegangan.
10. *Watt Meter* sebagai indikator pengukur daya listrik.
11. Terminal kabel blok 4 pin sebagai penghubung kabel.
12. *Tachometer* untuk mengukur kecepatan putar (RPM)
13. *Smartwatch* sebagai indikator jarak tempuh sepeda dan pembakaran kalori yang dikeluarkan.
14. Lampu LED 12V sebagai pembebanan.

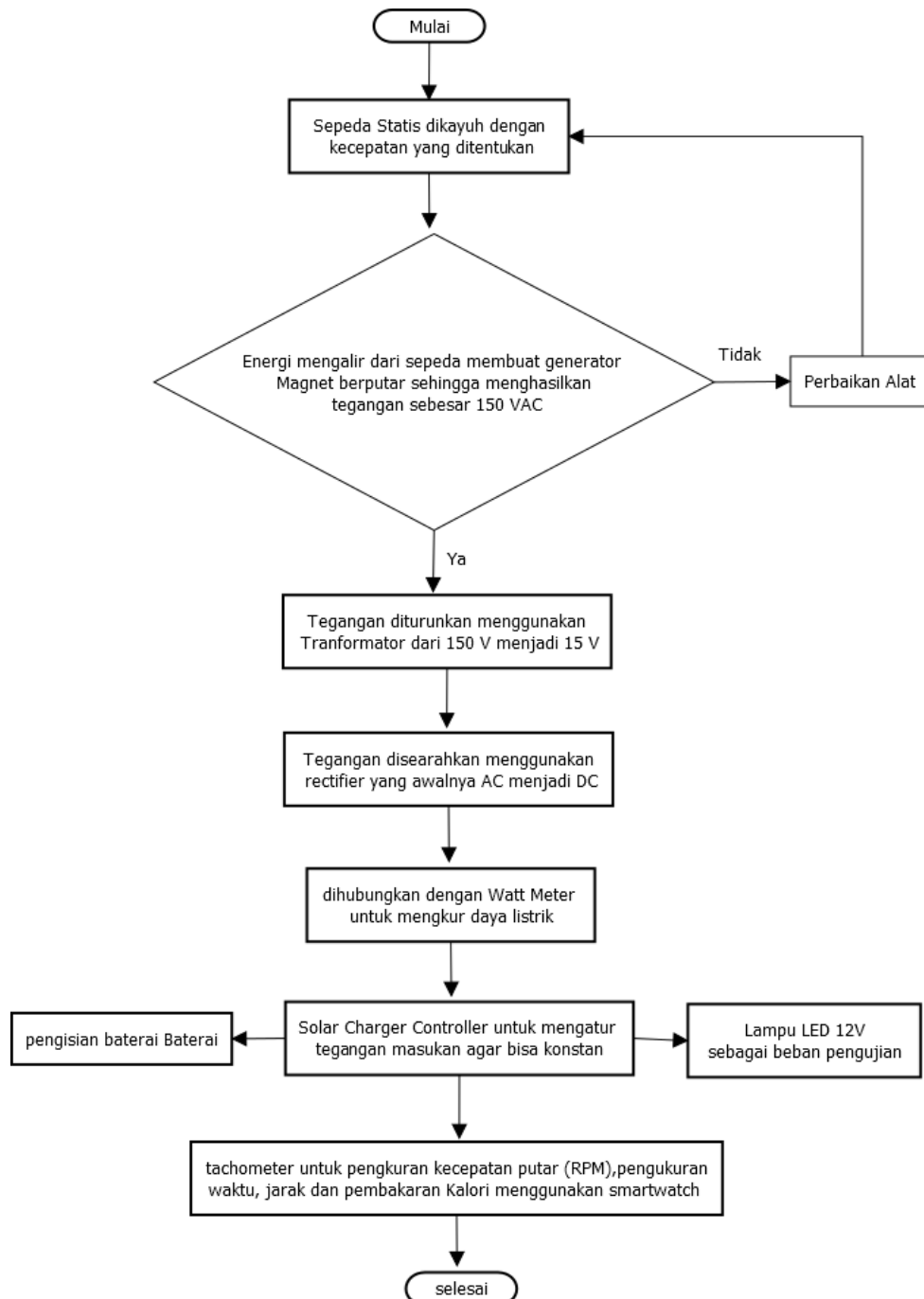
### 2.2 Langkah-langkah pengujian Alat

Langkah-langkah dalam melakukan pengujian alat sebagai berikut :

1. Sepeda statis dikopel dengan generator AC sebagai penggerak utamanya.
2. Penurunan tegangan menggunakan *transformator* dari 150 volt menjadi 15 Volt.
3. Tegangan di searahkan menjadi DC menggunakan rangkaian *rectifier*
4. Pengukuran daya yang diperoleh menggunakan *watt meter*.
5. Sepeda diayun dengan kecepatan tertentu dengan mengatur tegangan masukan pada generator menggunakan *Solar Charge Controller*.
6. Pengujian dalam kondisi tanpa beban dilakukan pengukuran tegangan (Volt), kecepatan putar (RPM) dan frekuensi (HZ) yang keluar pada generator.

7. Pengujian selanjutnya dengan menghubungkan beban *resitif* berupa lampu pada terminal generator, kemudian pengujian beban selanjutnya diulangi menggunakan Lampu LED 12V VDC.
8. pada setiap pengujian alat yang diuji selalu dilakukan pencatatan besarnya tegangan, Arus, Kecepatan Putar, jarak, pembakaran kalori dan frekuensi generator dengan watt meter dengan alat ukur masing-masing.

### 2.3 Diagram Penelitian



Gambar 2. Flowchart Proses Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Desain Peralatan

Data Hasil Penelitian Rancang Bangun sepeda Statis menggunakan generator *Magnet Permanent* kecepatan rendah. Data penelitian ini antara lain, pengukuran kecepatan putar (RPM) , Tegangan *output* yang dihasilkan dari generator tanpa beban, pengukuran arus listrik yang mengalir pada baterai setelah diberi pembebanan, jarak yang ditempuh dan pembakaran kalori orang yang menggunakan alat tersebut, di mulai dari penggerak utama menggunakan Sepeda statis, rangkaian pembangkit skala kecil ini dikopel dengan generator AC 1 fasa menggunakan *V-belt* sehingga roda sepeda dengan pully generator bisa terhubung satu sama lain, lalu tegangan *output* dari generator dihubungkan dengan tranformator step down 220/24V yang menurunkan tegangan dari genarator, kemudian rangkain *rectifier* mengubah tegangan bolak balik menjadi tegangan searah, setelah *rectifier* data ditampilkan pada watt meter dan *smartwatch* yang berisi data tegangan, Arus, daya, jarak dan kalori yang dihasilkan dengan dihubungkan dengan *solar charge controller* untuk pengatur tegangan agar dalam pengisian baterai bisa tetap konstan serta memperpanjang umur baterai, Terakhir rangkaian dihubungkan dengan baterai dan Lampu DC 12V.



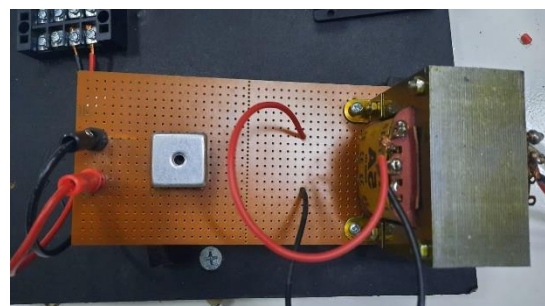
Gambar 3. Desain penuh pembangkit listrik tenaga sepeda statis menggunakan generator *magnet permanen*



Gambar 4. Penggabungan ban sepeda dengan puli generator menggunakan *v-belt*.



Gambar 5. Generator *magnet permanen*



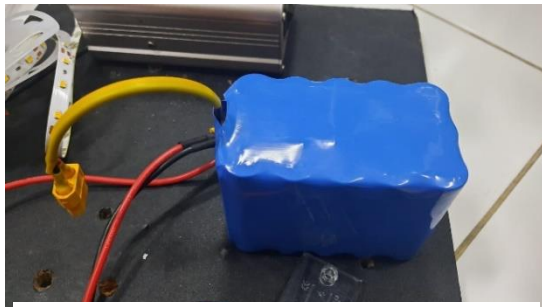
Gambar 6. Rangkaian jembatan dengan menggunakan *transformator stepdown* 220V/12V dan dioda penyearah AC ke DC



Gambar 7. Watt meter untuk menampilkan daya listrik



Gambar 8. Solar charger controller (SCC) sebagai media penyimpanan tegangan masuk agar tetap konstan



Gambar 9. Baterai 12V/10 Ah untuk menyimpan energi yang masuk



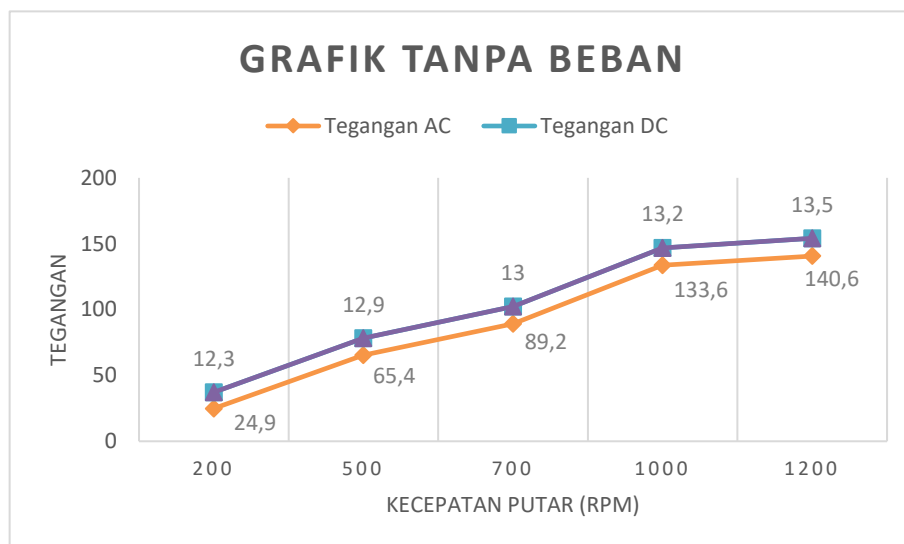
Gambar 10. Lampu DC 12V sebagai pembebanan

### 3.2 Hasil Pengujian

#### 3.3 Pengukuran Kecepatan Putar (RPM), Tegangan AC, dan Tegangan DC

Tabel 1. Pengujian alat tanpa beban

| No | Putaran Generator (RPM) | Tegangan AC (Volt) | Tegangan DC (Volt) |
|----|-------------------------|--------------------|--------------------|
| 1  | 200                     | 24.9               | 12.3               |
| 2  | 500                     | 65.4               | 12.9               |
| 3  | 700                     | 89.2               | 13                 |
| 4  | 1000                    | 133.6              | 13.2               |
| 5  | 1200                    | 140.6              | 13.5               |



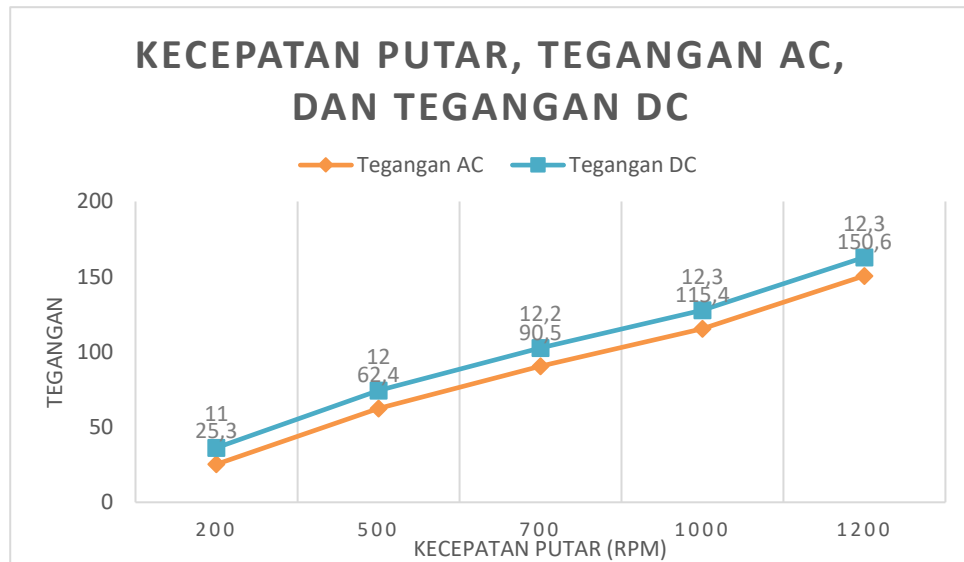
**Gambar 11.** kecepatan putar terhadap tegangan output generator magnet permanen

Hasil pengujian diatas menunjukkan data tegangan AC dan tegangan DC sebelum ada pembebanan dengan kecepatan putar sepeda yang sudah ditentukan, dimana gambar diatas dijadikan satu grafik yang menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kecepatan putar (RPM) maka akan semakin besar tegangan output generator yang telah dihasilkan.

**Pengukuran kecepatan putar (RPM), Tegangan (Volt), Arus (Ampere), Jarak (M), dan Kalori (Cal)**

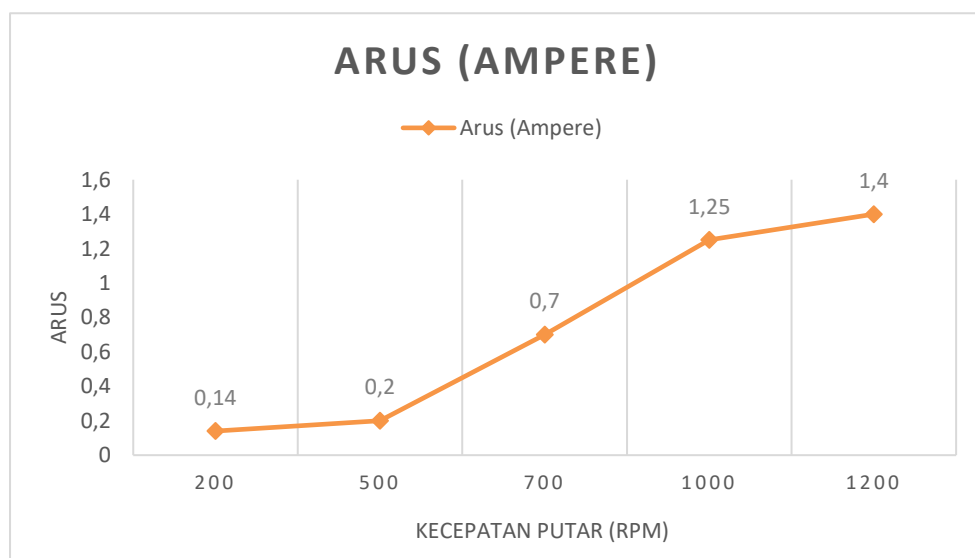
**Tabel 2. Pengujian alat dengan beban**

| Waktu (Menit) | Putaran Generator DC (RPM) | Tegangan AC (Volt) | Tegangan DC (Volt) | Arus DC (A) | Daya (Watt) | Jarak (M) | Pembakaran kalori (Kal) |
|---------------|----------------------------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|-----------|-------------------------|
| <b>1</b>      | 200                        | 25.3               | 11                 | 0.14        | 1.54        | 10        | 1                       |
|               | 500                        | 62.4               | 12                 | 0.20        | 2.4         | 110       | 5                       |
|               | 700                        | 90.5               | 12                 | 0.70        | 8.4         | 130       | 7                       |
|               | 1000                       | 115,4              | 12                 | 1.25        | 15.3        | 160       | 10                      |
|               | 1200                       | 150.6              | 12                 | 1.4         | 17.36       | 170       | 11                      |



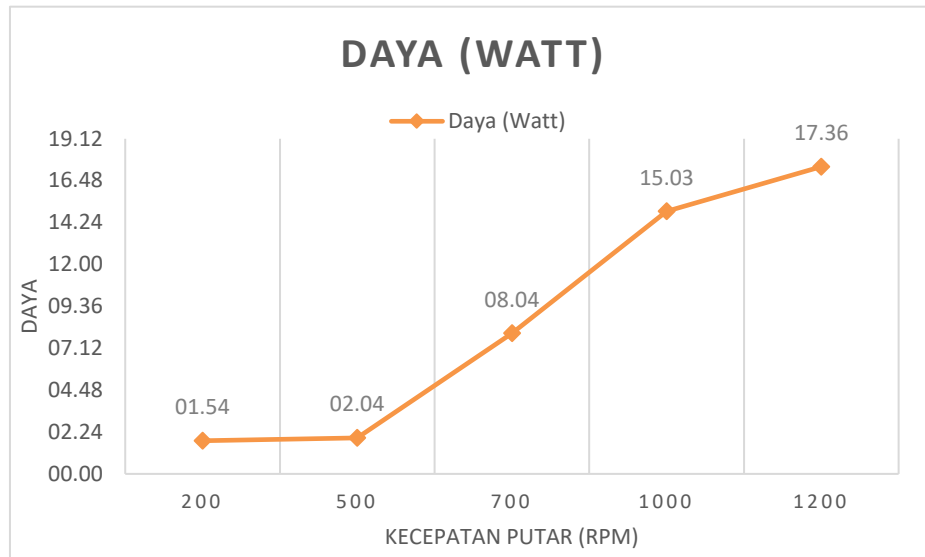
Gambar 12. Grafik pengukuran dengan beban dari pada kecepatan putar generator, dengan tegangan output AC dan DC yang dihasilkan

Pengujian grafik diatas yaitu pengujian pengukuran output tegangan AC dan DC pada saat dibebani oleh lampu terhadap perubahan kecepatan putar rotor dalam RPM, output tegangan AC diatas merupakan tegangan keluaran bolak-balik pada generator, sedangkan output tegangan DC adalah tegangan keluaran searah karena sudah disearahkan dengan rectifier (dioda Bridge), grafik diatas tegangan yang keluar selaras dengan kecepatan kayuhan sepeda, semakin cepat kayuhan sepeda semakin besar tegangan yang keluar ketika ada beban.



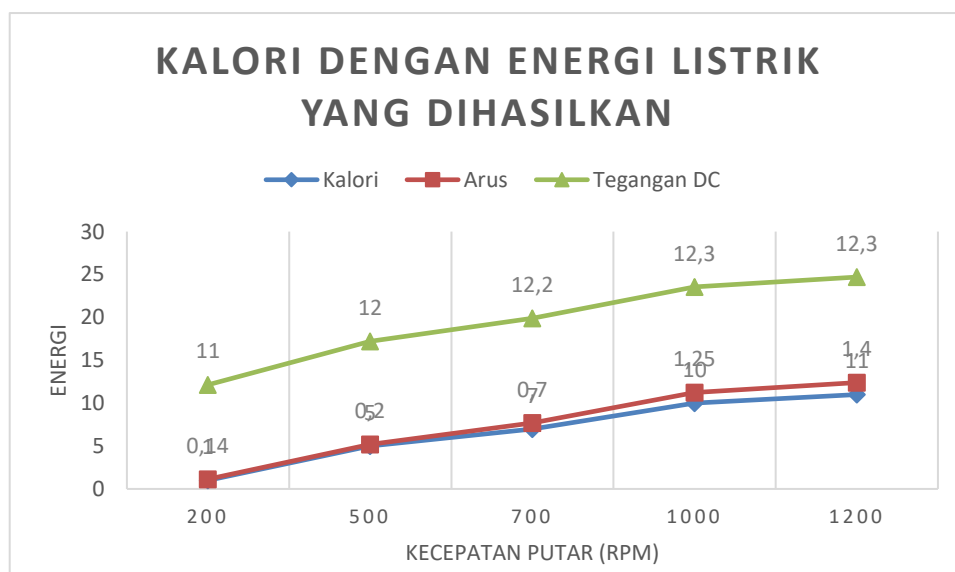
Gambar 13. Grafik pengukuran dengan beban dari pada hubungan kecepatan putar generator dengan Arus yang dihasilkan

Pengujian dengan beban pengujian ini yaitu pengujian pengukuran arus yang dihasilkan pada saat dibebani oleh lampu kepada perubahan kecepatan putar rotor dalam RPM, hasil pengujian dapat dilihat dari grafik yang dijadikan dalam satu gambar karena nilai yang muncul dalam range yang tidak terpaut jauh, sudah ada arus yang mengalir karena sudah terpasang beban, indikator lampu LED menunjukkan bahwa generator mampu menghasilkan listrik dan mengisi baterai.



Gambar 14. Grafik pengukuran dengan beban dari pada hubungan kecepatan putar generator dengan daya yang dihasilkan

Pengujian dengan beban pengujian ini yaitu pengujian pengukuran daya yang dihasilkan pada saat dibebani oleh lampu kepada perubahan kecepatan putar rotor dalam RPM, hasil pengujian dapat dilihat dari grafik bahwa daya yang dihasilkan selaras sesuai dengan kecepatan kayuhan pedal sepeda, daya terlihat pada indikator watt meter dimana yang terlihat adalah hasil pada grafik diatas, artinya semakin besar kecepatan putar RPM maka akan semakin besar pula daya yang dihasilkan.



Gambar 15. Grafik korelasi pembakaran kalori dengan energi listrik yang dihasilkan



Pengukuran kalori menggunakan jam pintar yang didalamnya sudah terdapat fitur pembakaran kalori yang dihasilkan, dimana Pengujian dilakukan satu menit per RPM yang sudah ditentukan, Adapun total kalori yang terbakar sebesar 54 Kcal, dengan energi yang dihasilkan salah satunya yaitu dengan 500 RPM sebesar 0,52 A dan 12 Vdc, dimana ketika pengisian baterai arus yang masuk ke baterai semakin kecil, sehingga proses pengisian baterai lebih lama dibandingkan pada saat awal pengisian baterainya.

Sedangkan dalam perhitungan nilai kalori yang terbakar saat bersepeda, menggunakan rumus sebagai berikut :

$$EC = (MET * 7.7 * \text{Weight pounds})/200 * T \text{ (menit)}$$

Dimana :  
 MET : Metabolic Equivalent Of Task  
 Weight : Berat Badan (dalam pounds) , 1kg = 2,2 pounds  
 T(Time) : Durasi Waktu (menit), 1 menit = 60 detik

Data pengguna untuk berat badan yang dimasukkan mempunyai satuan kilogram dan durasi waktu dihitung dengan satuan detik, maka rumus disederhanakan sebagai berikut:

$$EC = ((MET \text{ (konversi)} * 7.7 * (BB * 2.2)/200) * \text{durasi waktu (detik)})$$

Tahap pengujian lanjutan untuk menunjukkan nilai kalori yang terbakar pada aktifitas sepeda, maka pengguna terlebih dahulu memasukan data sebagai berikut :

**Tabel 3. Hasil pengujian data pengguna**

| <i>Field</i>         | <i>input</i>                    | <i>Result</i> |
|----------------------|---------------------------------|---------------|
| <b>Nama</b>          | Pengguna : Yoga                 | Yoga          |
| <b>Jenis Kelamin</b> | Pilihan : Laki-laki / Perempuan | Laki-laki     |
| <b>Berat badan</b>   | 60 (Kg)                         | 60.00         |
| <b>Tinggi Badan</b>  | 170 (cm)                        | 170.00        |

Selanjutnya dapat dihitung berapa kalori yang terbakar pada saat pengguna bersepeda dengan jarak tempuh 1 km/jam dengan waktu tempuh 60 detik, maka hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4. Hasil pengujian kalori terbakar dengan rumus**

| <b>Kategori</b>            | <b>Hasil Aktifitas</b> | <b>Kalori</b>   |
|----------------------------|------------------------|---|
| <b>Kecepatan Rata-Rata</b> | 1.00 km/jam            | Maka kalori = $((0,10 * 7,7 * (60 * 2,2) / 200) * 60 = 30,49$ |
| <b>Waktu</b>               | 60 detik               |   |
| <b>Kalori Terbakar</b>     | 30,49                  |   |

Jadi hasil perhitungan rumus pembakaran kalori dengan pengujian data real hasilnya berbeda, hal ini dikarenakan kecepatan kayuhan yang tidak stabil 100% dan ketepatan dari jam pintarnya, diatas jika kecepatan dan jaraknya berbeda, hasil kalorinya juga akan berbeda, namun perbedaannya tidak terlalu besar.

#### 4. PENUTUP

##### KESIMPULAN

Uraian hasil pengujian dan pengambilan data diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Rancang bangun sepeda statis menggunakan generator magnet permanen kecepatan rendah dapat menghasilkan kecepatan putar 200 – 1200 RPM dengan tegangan output dari generator sebelum pembebanan menghasilkan tegangan senilai 24 – 140 Volt AC dan 2 – 16 volt DC.
2. Pada saat diberi pembebanan dengan kecepatan putar 200 – 1200 RPM sepeda statis menggunakan generator magnet permanen mampu menghasilkan tegangan senilai 25 – 150 Volt AC dan 11- 12 Volt DC, karena ada pembebanan maka ada arus yang mengalir disetiap kecepatan putar RPM yang telah dihasilkan, dari kecepatan putar 200 – 1200 RPM menghasilkan arus sebesar 0.14 – 1.4 Ampere dengan daya yang dikeluarkan sebesar 1-17 watt, Artinya hasil pengujian alat tersebut bisa selaras sesuai kecepatan putar generator (RPM) semakin besar kecepatan putar rotor (RPM) semakin besar pula arus yang mengalir ke dalam baterai.
3. Memakai watt meter dalam penelitian mempermudah kami dalam memonitoring data yang dihasilkan, karena di dalamnya sudah terdapat fitur yang mendukung untuk pengambilan data, maka secara otomatis daya yang di dapat akan bisa termonitor dalam layar, selain itu SCC termasuk pilihan yang tepat karena baterai dapat terisi secara konstan dan terjaga kesehatan baterainya.
4. Baterai dengan kapasitas 12 V 10 Ah sebagai bahan penyimpanan energi yang masuk yang kemudian sebagai tenaga cadangan apabila terjadi pemutusan arus dari Sumber PLN.

## **PERSANTUNAN**

Alhamdulillah saya ucapkan, rasa syukur dan kerendahan hati tiada henti bisa menyusun tugas akhir ini dengan lancar, penulis mendapat berbagai dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, ucapan terimakasih kepada :

1. ALLAH SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan banyak sekali nikmat, nikmat sehat, iman dan sempat sehingga Tugas Akhir ini selesai dengan lancar dan semestinya.
2. Kelurga tercinta terutama orang tua kandung yang sudah memberikan semangat, nasihat dan doanya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Umar, S.T., M.T. Selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
5. Bapak Hasyim Asy,ari, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang sudah membimbing dan mengarahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu.
6. Bapak Ibu dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Teman-teman Elektro angkatan 2017, yang telah mengiringi langkah kaki bersama-sama dari awal masuk kuliah hingga sekarang ini.
8. Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro rumah singgah kedua di perantauan, semoga rasa kekeluargaannya selalu terjaga.
9. Seluruh pihak yang mau membantu saya dalam menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asy'Ari, H., Sarjito, & Prasetyo, S. H. (2017). A study of generator performance with linear permanent magnet in various coil configuration and rotor-stator geometry. *AIP Conference Proceedings*, 1831(April). <https://doi.org/10.1063/1.4981200>
- Bajonero-Sandoval, D. F., Sanabria-Vargas, J., & Trujillo-Rodriguez, C. L. (2020). Design and Implementation of a Low Power Wind Turbine Emulator Through the Induction Motor-Permanent Magnet Generator Arrangement. *Revista Facultad de Ingeniería*, 29(54), e10530. <https://doi.org/10.19053/01211129.v29.n54.2020.10530>
- Baratov, R., & Pirmatov, N. (2020). Low - Speed generator with permanent magnets and additional windings in the rotor for small power wind plants and micro hydro power plants. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 883(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012183>
- Bidwai, S., Jaykar, A., & Shinde, S. (2017). Gym Power Station : Turning Workout into Electricity. *International Research Journal of Engineering and Technology(IRJET)*, 4(3), 424–426. <https://irjet.net/archives/V4/i3/IRJET-V4I3123.pdf>
- Burykin, O. B., Malogulko, J. V., Tomashevskiy, Y. V., Komada, P., Orshubekov, N. A., Kozhamberdiyeva, M., & Sagymbekova, A. (2017). Optymalizacja funkcjonowania odnawialnych źródeł energii w lokalnych systemach energetycznych. *Przegląd Elektrotechniczny*, 93(3), 97–102. <https://doi.org/10.15199/48.2017.03.23>
- Chukhlantseva, N. (2019). Effectiveness of an Indoor Cycling Program in Improving the Physical Condition of Young Women. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 26(3), 14–19. <https://doi.org/10.2478/pjst-2019-0015>
- Diantari, R. A., Widyastuti, C., & Elektro, T. (n.d.). *No Title*.
- Harj S. (2017). *Bab I Generator Sinkron ( Alternator )*. 1–49.
- Hesse, H. C., Schimpe, M., Kucevic, D., & Jossen, A. (2017). Lithium-ion battery storage for the grid - A review of stationary battery storage system design tailored for applications in modern power grids. In *Energies* (Vol. 10, Issue 12). <https://doi.org/10.3390/en10122107>
- Hindi, B., Atiyah, N., Abdalla, S., Al Ani, O., Abdulla, S., & Tafreshi, R. (2017). The road to sustainable exercise: Using stationary bicycles to power a green gym. *Proceedings of the World Congress on Mechanical, Chemical, and Material Engineering, September 2018*. <https://doi.org/10.11159/icmie17.111>
- Purnomo, A. (2016). *Pemanfaatan Sepeda Statis Dengan Generator Linier Untuk Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan*.
- Iman, M. N. (2020) Analisa Pembangkit Listrik Recycling Energi.
- Ungureanu, A., & Varbanescu, R. (2015). *Generator Listrik Bertenaga Sepeda*. 3(1), 32–41.
- Modjo, S. (2019) *PLN vs Energi Terbarukan: Peraturan Menteri ESDM Terkait Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap*. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 6 (1) 19–40.
- Purwoto, B. H., Huda, I. F., Teknik, F., Surakarta, U. M., & Surya, P. (2000). *EFISIENSI PENGGUNAAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER*. 10–14.
- Sabarudin, N., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., & Surakarta, U. M. (2020). *DESAIN SEPEDA STATIS PENGHASIL ENERGI LISTRIK DENGAN*.
- Sunarlik, W. (2017). Prinsip Kerja Generator. *Prinsip Kerja Generator Sinkron*, 6.
- Suwandi, A., Maulana, E., & Rhapsody, F. D. (2017). *ERGONOMIS*. III(2), 24–31.

- Tehrani, M. M. (2020). Determining Fatigue Threshold according to Burned Calories for Energy Management in Pedal-Assist Electric Bike Riding. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 27(3). <https://doi.org/10.26717/bjstr.2020.27.004510>
- Yoon, S., Kwon, J., & Kim, C. (2018). *Implementation of a Body Weight Distribution Measurement System Applicable to Static Bicycle Fitting*. 27(4), 242–248.